

广东湛江海域6种小型野生鱼肌肉中脂肪酸含量分析

庄海旗^{1,2}, 刘江琴^{2*}, 崔燎^{1,3}, 罗辉⁴, 朱鹤宸⁵, 吴雨玮⁵, 宗臣⁵, 潘迪⁵ (广东医科大学 1. 广东天然药物研究与开发实验室; 2. 化学教研室; 3. 海洋医药研究院; 4. 湛江市环北部湾海洋微生物资源研究开发重点实验室; 5. 第一临床学院, 广东湛江 524023)

摘要: **目的** 测定广东湛江近海常见的小型野生鱼肌肉中脂肪酸含量。 **方法** 用0.5%硫酸-甲醇溶液将6种小型野生鱼(弯线双边鱼、康氏侧带小公鱼、叶鲱、下银汉鱼、箭天竺鲷、黄斑鲷)肌肉组织中脂肪酸甲酯化,再用气相色谱法测定脂肪酸甲酯含量。 **结果** 6种鱼肌肉中饱和、单不饱和、多不饱和脂肪酸含量分别为34.40%~45.30%、8.34%~18.52%、38.86%~44.91%。聚类分析显示6种鱼分成4组,其中第一组康氏侧带小公鱼和叶鲱脂肪酸组成最相似,第三组下银汉鱼和褐斑长鳍天竺鲷脂肪酸组成较相似,而第二组弯线双边鱼、第四组黄斑鲷脂肪酸组成差异较大。 **结论** 6种小型野生鱼肌肉中均有较丰富的多不饱和脂肪酸,其中EPA+DHA含量达30.24%~33.23%,提示具有较高的营养和开发价值。

关键词: 小型野生鱼; 脂肪酸; 气相色谱; 湛江海域

中图分类号: TS 225.2⁺4

文献标志码: A

文章编号: 2096-3610(2018)05-0511-05

Fatty acid levels in the muscle of 6 small wild fishes from Zhanjiang sea area

ZHUANG Hai-qi^{1,2}, LIU Jiang-qin^{2*}, CUI Liao^{1,3}, LUO Hui⁴, ZHU He-chen⁵, WU Yu-wei⁵, ZONG Chen⁵, PAN Di⁵ (1. Guangdong Key Laboratory for Research and Development of Natural Drugs; 2. Department of Chemistry; 3. Marine Medicine Research Institute; 4. Zhanjiang Key Laboratory for Research and Development of Marine Microbial Resources in Beibu Gulf Rim; 5. First School of Clinical Medicine; Guangdong Medical University, Zhanjiang 524023, China)

Abstract: **Objective** To detect the fatty acid contents in the muscle of common small wild fishes in Zhanjiang coastal waters. **Methods** The fatty acids of muscle tissues from 6 small wild fishes (*Ambassis buruensis*, *Stolephorus commersonii*, *Escualosa thoracata*, *Hypoatherina tsurugae*, *Archamia fucata*, and *Photopectoralis bindus*) were methyl esterized using 0.5% sulfuric acid/methanol solution. The fatty acid methyl esters were determined by gas chromatography. **Results** Levels of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids were 34.40%-45.30%, 8.34%-18.52%, and 38.86%-44.91% in the muscle of 6 fishes, respectively. Cluster analysis showed that 6 fishes were categorized into 4 groups: first group (*Stolephorus commersonii* and *Escualosa thoracata*) had the most similar composition of the fatty acids, third group (*Hypoatherina tsurugae* and *Archamia fucata*) had more similar composition, while second group (*Ambassis buruensis*) and fourth group (*Photopectoralis bindus*) had quite different composition. **Conclusion** The polyunsaturated fatty acids are abundant in 6 wild fishes, with eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) contents being 30.24%-33.23%, suggestive of a high nutritional and developmental value.

Key words: small wild fish; fatty acids; gas chromatography; Zhanjiang sea area

海洋野生鱼的特征是含有丰富的 ω -3系多烯不饱和脂肪酸,尤其EPA和DHA^[1]。湛江海岸线长达2 023.6 km,占广东省海岸线的46%。近年由于过度采捕和环境污染使海洋生物锐减,湛江近海岸渔场

渔获量减少,渔获鱼类质量下降,低值鱼类比例不断增加^[2],其中弯线双边鱼(体长3~4 cm,体质量2~4 g)、康氏侧带小公鱼(体长5~7 cm,体质量3~6 g)、叶鲱(体长5~7 cm,体质量4~6 g)、下银汉鱼(体长

基金项目: 广东省科技发展专项资金项目(粤科规财字[2017]12号);湛江市科技计划项目(No.2017B01009);2017年广东医科大学大学生创新实验项目(No.ZYZF005)

收稿日期: 2018-06-25; **修订日期:** 2018-09-11

作者简介: 庄海旗(1964-),男,硕士,副教授, E-mail: haiqizhuang@163.com。

通信作者: 刘江琴,女,硕士,副教授, E-mail: 804297031@qq.com。

5~7 cm, 体质量3~5 g)、箭天竺鲷(体长5~7 cm, 体质量8~12 g)和黄斑鲷(体长5~8 cm, 体质量4~8 g)等, 是湛江海岸近海常见的渔获小型鱼种。因小型渔获量较大, 且个体小, 多鳞刺, 直接食用利用率不高, 故市售价格低廉(价格仅为普通鱼种的1/3~1/5)。本研究通过测定这几种野生鱼的脂肪酸组成, 发现其均有较高EPA和DHA的含量, 现将结果报道如下。

1 材料和方法

1.1 主要材料试剂与仪器

1.1.1 材料 秋冬季节(9月至次年1月)于湛江市各水产市场随机收集4批次6种小型新鲜食用野生鱼, 分别为弯线双边鱼*Ambassis interrupta*(双边鱼科Ambassidae, 双边鱼属*Ambassis*, 鱼种标记Am.I); 康氏侧带小公鱼*Stolephorus commersonii*(鲷科Engraulidae, 侧带小公鱼属*Stolephorus*, 鱼种标记St.C); 叶鲱*Escualosa thoracata*(鲱科Clupeidae, 洁白鲱属*Escualosa*, 鱼种标记Es.T); 下银汉鱼*Hypoatherina tsurugae*(银汉鱼科Atherinidae, 下银汉鱼属*Hypoatherina* 鱼种标记Hy.T); 箭天竺鲷*Rhabdamia gracilis*(天竺鲷科Apogonidae, 箭天竺鲷属*Archamia*, 鱼种标记Rh.G); 黄斑鲷*Photopectoralis bindus*(鲷科Leiognathidae, 光斑鲷属*Photopectoralis*, 鱼种标记Ph.B)。鱼种由广东海洋大学陈文河教授协助完成鉴定。6种鱼全鱼70℃烘干后于玻璃干燥器中备用。

1.1.2 主要试剂 硫酸、甲醇; 混合标准脂肪酸甲酯(21种脂肪酸甲酯, 质量比均为1, Sigma公司出品), 其余试剂为分析纯。

1.1.3 主要仪器 岛津毛细管气相色谱仪(GC-2010

型); HH.S11-2-S型电热恒温水浴锅(上海跃进医疗器械厂); 梅特勒-托利多电子天平(AE型)。

1.2 实验方法

1.2.1 鱼肉脂肪酸甲酯化 各鱼分别取其干燥肌肉部分, 研磨成鱼粉, 按文献^[3-4]法将鱼粉中的脂肪酸衍生成脂肪酸甲酯, 然后萃取分离得到混合脂肪酸甲酯的正己烷溶液。

1.2.2 鱼体中脂肪酸含量的测定 将21种标准脂肪酸甲酯混合溶液和6种小型野生鱼的脂肪酸甲酯正己烷溶液, 分别进样8 μL于色谱系统分析。

1.2.3 气相色谱条件 弹性石英毛细管柱(30 m×0.32 mm×0.25 μm), 程序升温(120℃保持1 min, 15℃/min升温至205℃, 保持3 min后, 5℃/min升温至240℃, 保持18 min); 载气: N₂, 柱压力100.0 kPa, 总流量32.2 mL/min, 线速47.1 cm/s, 分流比10:1。

1.2.4 数据处理方法 每种脂肪酸的校正面积 A_i' = $f_i \cdot A_i$; f_i : 以标准十六碳酸C16:0校正因子为1, 各脂肪酸甲酯的校正因子分别以C16:0的峰面积除其峰面积。每种测定脂肪酸的相对含量= $\frac{A_i'}{\sum_{i=1}^n A_i'} \times 100\%$;

实验数据用Excel 2003和IBM SPSS Statistics 20软件处理^[5]。

2 结果

2.1 标准脂肪酸甲酯和样品脂肪酸含量的测定

21种标准脂肪酸甲酯的保留时间及其校正因子见表1, 下银汉鱼*Hypoatherina tsurugae*肌肉脂肪酸甲酯色谱图见图1。各鱼种肌肉脂肪酸用校正面积归一化法计算相对百分含量^[3-4], 结果见表2。

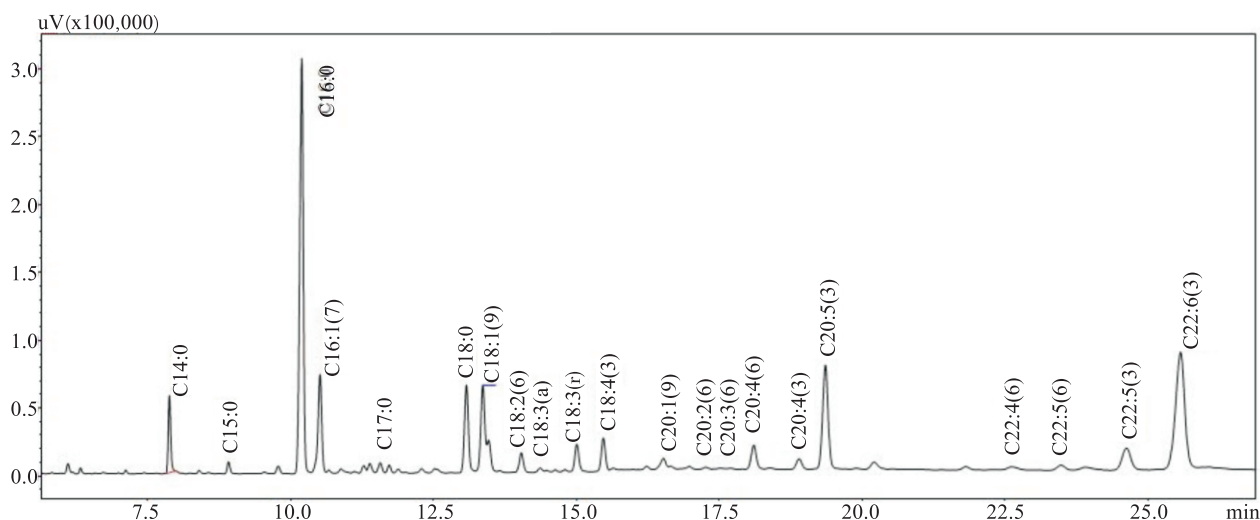


图1 下银汉鱼*Hypoatherina tsurugae*肌肉脂肪酸甲酯总离子流色谱图

表1 19种标准脂肪酸甲酯的保留时间及其校正因子

标准脂肪酸甲酯	C14:0	C15:0	C16:0	C16:1(7)	C17:0	C18:0	C18:1(9)	C18:2(6)	C18:3(a)	C18:3(r)	C18:4(3)
保留时间/min	7.93	8.97	10.24	10.58	11.64	13.15	13.44	14.12	14.71	15.10	15.57
峰面积相对校正因子 ^a	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	0.98	0.97	0.98	0.97	0.98	1.00
标准脂肪酸甲酯	C20:1	C20:2(6)	C20:3(6)	C20:4(6)	C20:4(3)	C20:5(3)	C22:4(6)	C22:5(6)	C22:5(3)	C22:6(3)	
保留时间/min	16.62	17.37	17.82	18.22	19.01	19.49	22.88	23.68	24.83	25.77	
峰面积相对校正因子 ^a	1.00	0.98	0.97	0.98	0.96	1.02	1.05	0.95	1.10	1.09	

^a以C16:0校正因子为1, 其他脂肪酸甲酯的校正因子为标准C16:0的峰面积除以其峰面积

2.2 6种小型野生鱼中脂肪酸含量的测定

成分或某些脂肪酸异构体, 其总面积峰用Σ不确定成分表示^[3-4], 其占总脂肪酸百分比为1.80%~5.60%, 各种脂肪酸成分占94.40%~98.20%。

将6种小型野生鱼用校正面积归一化法^[3-4]计算其相对含量, 结果见表2。表2中, 可确定的脂肪酸有21种, 其余保留时间7.00 min以上的物质峰为复杂

2.3 6种小型野生鱼中全脂肪酸的系统聚类分析

表2 6种小型野生鱼脂肪酸含量 (% , n=4)

脂肪酸	弯线双边鱼	康氏侧带小公鱼	叶鲱	下银汉鱼	箭天竺鲷	黄斑鲷
	<i>Ambassis</i>	<i>Stolephorus</i>	<i>Escualosa</i>	<i>Hypoatherina</i>	<i>Rhabdamia</i>	<i>Photopectoralis</i>
	<i>interrupta</i>	<i>commersonii</i>	<i>thoracata</i>	<i>tsurugae</i>	<i>gracilis</i>	<i>bindus</i>
肉豆蔻酸C14:0	2.57±0.64	4.67±0.69	4.82±0.61	3.73±0.76	2.94±0.39	2.39±0.13
十五酸C15:0	0.76±0.19	0.70±0.06	0.81±0.12	0.63±0.09	0.59±0.03	1.00±0.09
棕榈酸C16:0	29.66±0.42	32.03±2.14	30.16±0.98	23.17±1.83	24.23±0.90	28.91±2.37
棕榈油酸C16:1(7)	4.04±0.61	5.61±0.74	6.45±0.39	6.52±0.86	6.41±0.36	4.66±0.20
十七酸C17:0	0.94±0.08	0.78±0.11	0.78±0.09	0.55±0.05	0.69±0.02	1.05±0.07
硬脂酸C18: 0	10.13±0.96	7.11±0.61	6.57±1.22	6.32±0.59	6.38±0.28	8.80±0.72
油酸(ALA)C18:1(9)	3.95±0.39	8.09±0.84	5.91±0.38	7.91±1.03	11.44±0.84	8.72±0.87
亚油酸C18:2(6)	0.14±0.03	1.05±0.06	0.74±0.06	1.26±0.25	0.87±0.03	1.11±0.01
α-亚麻酸C18:3(α)	0.16±0.03	0.32±0.07	0.45±0.08	— [*]	0.19±0.02	0.32±0.03
γ-亚麻酸C18:3(γ)	0.45±0.06	0.73±0.10	0.79±0.10	2.10±0.51	0.50±0.04	0.56±0.02
十八碳四烯酸C18:4(3)	0.76±0.06	1.00±0.07	1.69±0.24	2.06±0.20	0.62±0.06	0.64±0.14
二十碳烯酸C20:1(9)	0.35±0.06	0.39±0.15	0.31±0.05	0.32±0.05	0.66±0.06	0.38±0.07
二十碳二烯酸C20:2(6)	0.14±0.04	0.15±0.03	0.14±0.01	0.16±0.05	0.15±0.02	0.33±0.07
二十碳三烯酸C20:3(6)	0.10±0.02	0.11±0.03	0.09±0.02	0.08±0.02	0.13±0.01	0.18±0.01
二十碳四烯酸C20:4(6)(花生四烯酸)	3.23±0.47	2.39±0.62	1.93±0.08	2.79±0.55	3.76±0.28	3.64±0.21
二十碳四烯酸C20:4(3)	1.36±0.37	0.67±0.20	0.51±0.06	1.05±0.16	0.82±0.07	0.59±0.06
二十碳五烯酸C20:5(3)(EPA)	10.87±1.26	11.02±1.77	13.55±0.98	10.32±2.10	10.88±0.57	6.09±0.75
二十二碳四烯酸C22:4(6)	1.84±0.34	0.31±0.15	0.34±0.12	0.58±0.10	0.67±0.13	0.59±0.06
二十二碳五烯酸C22:5(6)	0.83±0.32	0.84±0.16	0.65±0.07	0.71±0.13	0.94±0.04	1.07±0.05
二十二碳五烯酸C22:5(3)	2.46±0.35	1.04±0.17	1.41±0.03	3.31±0.41	2.52±0.38	1.43±0.08
二十二碳六烯酸C22:6(3)(DHA)	19.46±0.95	19.22±1.97	18.54±0.78	20.49±2.36	22.35±0.55	25.22±1.65
Σ 不确定成分**	5.78±1.01	1.75±0.05	3.38±0.43	5.95±1.13	2.27±0.24	2.34±0.13
Σ SFA	44.06±1.41	45.30±2.85	43.13±0.58	34.40±1.76	34.83±0.59	42.14±2.68
Σ MUFA	8.34±0.31	14.09±0.84	12.67±0.62	14.74±1.11	18.52±0.56	13.76±1.04
Σ PUFA	41.82±1.97	38.86±2.75	40.83±0.94	44.91±1.39	44.39±1.20	41.76±1.64

(接上表)

脂肪酸	弯线双边鱼 <i>Ambassis interrupta</i>	康氏侧带小公鱼 <i>Stolephorus commersonii</i>	叶鲱 <i>Escualosa thoracata</i>	下银汉鱼 <i>Hypoatherina tsurugae</i>	箭天竺鲷 <i>Rhabdamia gracilis</i>	黄斑鲷 <i>Photopectoralis bindus</i>
ω -6	6.77±0.34	5.59±0.82	4.68±0.14	7.68±1.20	7.01±0.36	7.47±0.32
ω -3	35.08±1.80	33.28±2.46	36.15±0.84	37.23±2.18	37.37±0.86	34.29±1.54
DHA+EPA	30.33±1.71	30.24±2.35	32.09±0.76	30.81±1.99	33.23±0.43	31.31±1.43
ω -3/ ω -6	5.2	6.0	7.7	5.0	5.3	4.6
DHA/EPA	1.8	1.8	1.4	2.1	2.1	4.2
(DHA+EPA)/ ω -3	0.8646	0.9087	0.8876	0.8276	0.8892	0.9130

*未检出；** Σ 不确定成分：各种未能确定物质峰的总面积占有所有峰面积百分比

通过IBM SPSS Statistics 20将6种鱼的21种脂肪酸进行系统聚类分析，结果如图2所示。

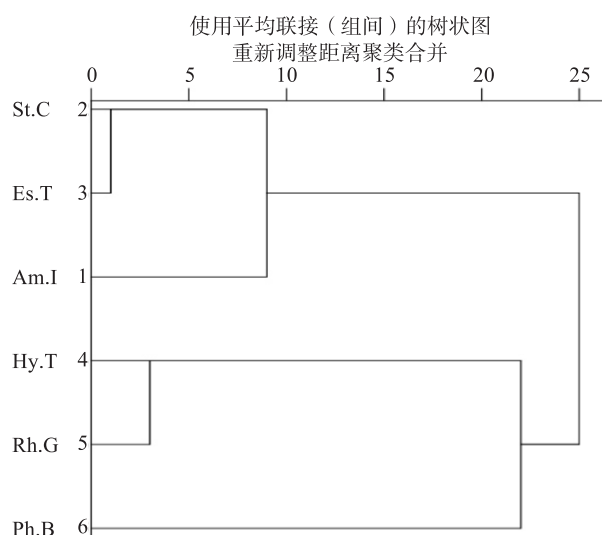


图2 6种小型野生鱼中全脂肪酸的聚类分析

3 讨论

市场上小型野生食用鱼因价格低而不适合远海捕捞，通常由附近海域小型捕捞渔船捕获，由于湛江市渔场变迁或缩减，大中型渔获量减少，渔获物质量下降，低值鱼类比例不断增加，有时甚至高达90%，小渔船主要作业场所集中在近海及近岸地区捕捞小型食用鱼^[5]。经调查，本研究收集的6种小型野生鱼均来源于湛江南山岛及周边海域的天然渔场小渔船捕捞，因其保鲜价值不高，所售出鱼种均未经任何处理于当日或次日出售。6种研究小型野生鱼种中，虽有部分居民购买新鲜的食用，但因个体小且多鳞刺，仍有较大剩余量作“鱼肥”处理，资源浪费十分严重。由于鱼场不固定，季节性变化等生长环境不同，各鱼类营养价值均有不同变化，本研究仅测定秋冬季节随机收集6鱼种的脂肪酸组成，为

进一步深化研究和开发鱼类脂肪酸提供参考数据。

3.1 6种小型野生鱼的脂肪酸组成特征

6种小型野生鱼中，由肉豆蔻酸C14:0、C15:0、棕榈酸C16:0、C17:0和硬脂酸C18:0等为饱和脂肪酸(SFA)^[3-4]，总含量 Σ SFA为34.40%~45.30%，其中棕榈酸C16:0含量最大，其次C18:0，再次为C14:0，C15:0和C17:0则含量较小；由棕榈油酸C16:1和油酸C18:1等为单不饱和脂肪酸(MUFA)^[3-4]，总含量 Σ MUFA为8.34%~18.52%，箭天竺鲷和黄斑鲷的C18:1含量比C16:1大近1.8倍，其余4鱼种的两种单不饱和酸相差不大；由亚油酸C18:2、亚麻酸C18:3、花生四烯酸C20:4(6)、二十碳四烯酸C20:4(3)、二十碳五烯酸C20:5(EPA)、二十二碳五烯酸C22:5(6)和二十二碳五烯酸C22:5(DPA)、二十二碳六烯酸C22:6(DHA)等为多不饱和脂肪酸(PUFA)^[3-4]，6鱼种的多不饱和脂肪酸均有较大的含量，其总含量 Σ PUFA为38.86%~44.91%。其中二十二碳六烯酸C22:6(3)(DHA)、二十碳五烯酸C20:5(3)(EPA)和二十碳四烯酸C20:4(6)(花生四烯酸)占主要成分。

3.2 6种小型鱼的脂肪酸组成中的 ω -3系脂肪酸和 ω -6系脂肪酸比较

人类膳食的脂肪酸大多来源于陆上动植物，除了亚麻籽油和紫苏籽有较高的 α -亚麻酸C18:3(α)外，陆上动植物的 ω -6脂肪酸占比例较高^[8-9]， ω -6系脂肪酸比率过高会导致肥胖及心血管类疾病及促炎症反应^[8-9]，而膳食中增加 ω -3系脂肪酸则会降低 ω -6系脂肪酸导致的健康风险^[9-11]。本文表2中，6鱼种的 ω -3系脂肪酸均有较高含量(33.28%~37.37%)， ω -3系脂肪酸较 ω -6系脂肪酸高达4.6~7.7倍，因此常食用小型野生鱼可增加膳食 ω -3脂肪酸的摄入。

3.3 6种小型鱼的脂肪酸组成中的EPA脂肪酸和

DHA脂肪酸含量

大量的研究发现,以DHA和EPA为代表的 ω -3多不饱和脂肪酸在人体的营养、发育、健康及疾病预防等方面起着非常重要作用^[11],且EPA和DHA是膳食脂肪酸中唯一能降低甘油三酯的物质^[12]。EPA和DHA是鱼油的主要成分^[1]。本文表2中,6种鱼的EPA+DHA含量达30.24%~33.23%,占 ω -3多不饱和脂肪酸的82.76%~91.30%,表现出海洋鱼类的脂肪酸特征,其中弯线双边鱼*Ambassis interrupta*、康氏侧带小公鱼*Stolephorus commersonii*、叶鲱*Escualosa thoracata*、下银汉鱼*Hypoatherina tsurugae*、箭天竺鲷*Rhabdamia gracilis*等的DHA/EPA比值为1.4~2.1,更适合于心血管等疾病的老年人膳食,而黄斑鰹*Photopectoralis bindus*的DHA/EPA比值高达4.2,更适合于儿童和孕妇膳食,DHA/EPA比值高可促进婴幼儿的视神经细胞和视网膜组织的发育及提高儿童智力^[11-14]。当鱼种的EPA+DHA含量占脂肪酸的30%以上时,就具有开发和提取高含量EPA+DHA鱼油的药用价值^[15],故本研究6鱼种具有较高的开发利用价值。

3.4 6鱼种的系统聚类分析特征

6鱼种中以图2树状图在距离5内分成4组,其中康氏侧带小公鱼*Stolephorus commersonii*(标记St.C)和叶鲱*Escualosa thoracata*(标记Es.T)为第一组,其脂肪酸组成十分相似;下银汉鱼*Hypoatherina tsurugae*(标记Hy.T)和箭天竺鲷*Rhabdamia gracilis*(标记Rh.G)为第三组,其脂肪酸组成较为相似;第二组弯线双边鱼*Ambassis interrupta*(标记Am.I)尤其第四组黄斑鰹*Photopectoralis bindus*(标记Ph.B)则相互组织间脂肪酸构成相差较大,初步表明各鱼种的摄食来源不同或组织脂肪酸代谢各不相同或近似相同。

参考文献:

- [1] 金青哲,逯良忠,王兴国,等. 海洋鱼油的生产与应用[J]. 中国油脂, 2011, 36(8):1-5.
- [2] 王保前,张莉. 湛江海洋经济发展研究[J]. 中国渔业经济, 2010, 28(5): 27-32.
- [3] 庄海旗,刘江琴,崔燎,等. 广东湛江海域4种鲷科鱼肌肉中脂肪酸含量的测定与分析[J]. 广东医科大学学报, 2017, 36(6): 614-616.
- [4] 庄海旗,刘江琴,崔燎,等. 广东湛江海域10种虾虎鱼肌肉中脂肪酸含量分析[J]. 广东医科大学学报, 2018, 37(1): 614-616.
- [5] 乔俊果. 湛江海洋捕捞业的发展及面临的挑战[J]. 中国渔业经济, 2012, 30(1): 92-100.
- [6] 庄海旗,刘江琴,崔燎,等. 6种鲷科鱼脂肪酸组成比较及相关性分析[J]. 南方农业学报, 2018, 49(3): 556-562.
- [7] 赵德义,徐爱遐,张博勇,等. 紫苏籽油的成分与生理功能的研究[J]. 河南科技大学学报(农学版), 2004, 24(2): 47-50.
- [8] 刘金泉,冯凭. 膳食脂肪酸与肥胖、II型糖尿病和心血管疾病关系的研究进展[J]. 医学综述, 2014, 20(20): 3760-3762.
- [9] 王心昕,杨茜,李媛,等. 膳食脂肪酸摄入及构成与心脑血管疾病相关性的研究进展[J]. 昆明医科大学学报, 2012, 33(6): 154-158.
- [10] Alabdulkarim B, Bakeet Z A N, Arzoo S. Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health [J]. Journal of King Saud University-Science, 2012, 24(4): 319-329.
- [11] Dessi M, Noce A, Bertucci P, et al. Atherosclerosis, dyslipidemia, and inflammation: the significant role of polyunsaturated Fatty acids[J]. ISRN Inflamm, 2013, 2013(3): 191823.
- [12] 蒋瑜,熊文珂,殷俊玲,等. 膳食中 ω -3和 ω -6多不饱和脂肪酸摄入与心血管健康的研究进展[J]. 粮食与油脂, 2016, 29(11): 1-5.
- [13] 韩文静,从仁怀,陈鹏,等. 膳食脂肪酸与心血管疾病关系的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2017, 23(5): 63-68.
- [14] 汪志明,余超,陆姝欢,等. DHA/EPA在心血管疾病防治中的重要作用[J]. 中国食品添加剂, 2014(9): 164-170.
- [15] 陈蝶玲,黄巍峰,郑晓辉,等. N-3系多不饱和脂肪酸膳食参考摄入量的研究进展[J]. 食品工业科技, 2015, 36(11): 377-388.
- [16] 庄海旗,刘江琴,崔燎,等. 广东湛江海域8种须鲷科鱼肌肉脂肪酸分析[J]. 食品科技, 2018, 43(4): 319-322.